



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS DE ERECHIM**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**RAYAN JUAN LONGO**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**  
**E AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES PRODUTIVOS NA CULTURA DO**  
**MILHO**

**ERECHIM - RS**

**2016**

**RAYAN JUAN LONGO**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS  
E AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES PRODUTIVOS NA CULTURA DO  
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, em formato de artigo com base nas normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

**ERECHIM - RS**

**2016**

Longo, Rayan Juan

ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS  
FENOLÓGICOS E RENDIMENTO DE GRÃOS NA CULTURA DO  
MILHO./Rayan Juan Longo.

-- 2016.

14 f.

Orientador: Alfredo Castamann.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia, Erechim, RS , 2016.

1. Adubação Nitrogenada. I. Castamann, Alfredo,  
orient.

II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**RAYAN JUAN LONGO**

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS  
E AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES PRODUTIVOS NA CULTURA DO  
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, em formato de artigo sob as normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e

aprovado pela banca em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alfredo Castamann – UFFS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr. Nerandi Camerini - UFFS

---

Eng. Agr. Maurício Albertoni Scariot

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em especial aos meus pais Antônio Longo e Virte Conte Longo pelo auxílio oferecido em toda a execução.

Agradeço ao professor Dr. Alfredo Castamann pela valiosa orientação acadêmica dedicada na construção do Trabalho de Conclusão do Curso.

Agradeço ao professor Dr. Nerandi Camerini pela colaboração ofertada durante esta etapa.

Agradeço ao Eng. Agr. Maurício Albertoni Scariot por fazer parte da banca avaliadora do meu TCC.

Agradeço aos colegas e a Elizabete Accorsi pela ajuda.

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Disposição dos tratamentos conforme épocas de aplicação, parcelamento e doses de uréia respectivamente.....	11
Tabela 2. Número de grãos por espiga (NG), número de fileiras de grãos por espiga (NF), massa de grãos por espigas (MG) em gramas, e rendimento de grãos (REND) em kg há-1 de acordo com a época de aplicação de nitrogênio. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim (2016.....	13
Tabela 3. Comprimento de espigas de acordo com o parcelamento da aplicação de nitrogênio.....	14

## **Lista de Figuras**

Figura 1. Curva de crescimento do milho em centímetros comparando época de aplicação de nitrogênio conforme estágio fenológico.....	14
---	----

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	15
ANEXOS.....	16



# ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS E AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES PRODUTIVOS NA CULTURA DO MILHO

Rayan Juan Longo<sup>(1)\*</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil.

\*Autor correspondente.

E-mail: rayan\_longo@hotmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura (280 Kg de N ha<sup>-1</sup>, como uréia 45%) aplicada em diferentes estádios fenológicos, sobre os componentes de rendimento do milho. Foram avaliadas as seguintes variáveis resposta: massa de grãos por espiga; número de grãos por espiga; número de fileiras de grãos por espiga; comprimento de espigas; e rendimento de grãos. Foi empregado o delineamento de blocos casualizados, esquema fatorial 2x3, com quatro repetições. As aplicações de N em cobertura foram parceladas em duas (140+140 Kg ha<sup>-1</sup>) e três épocas (93,4 + 93,4 + 93,4 Kg ha<sup>-1</sup> de uréia 45%). As épocas de aplicação dos tratamentos foram: Época 1 (V2 e V6; V2, V6 e V10); Época 2 (V4 e V8; V4, V8 e V12); Época 3 (V6 e V10; V6, V10 e V14). A aplicação de nitrogênio na Época 1 proporciona maior número de grãos por espiga, número de fileiras por espiga, massa de grãos por espigas e rendimento de grãos, enquanto o comprimento de espigas é maior na forma de parcelamento de nitrogênio de três vezes.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., adubação nitrogenada, milho, épocas, parcelamento.

**ABSTRACT:** The presented study aimed to evaluate the effect of nitrogen fertilization (280 kg ha<sup>-1</sup> of N, as urea 45% N) applied at different growth stages on the maize yield components. The following variables were evaluated: kernels weight per ear; kernels number per ear; number of kernel rows per ear; ear length; and grain yield. It was used the randomized block design, with two factors and 3 treatments, and four replications. Nitrogen applications were split in two (140+140 Kg ha<sup>-1</sup>) and three times (93,4 +93,4+93,4 Kg ha<sup>-1</sup> of urea 45%). The treatments application times were: Season 1 (V2 and V6; V2, V6 and V10); Season 2 (V4 and V8; V4, V8 and V12); Season 3 (V6 and V10; V6, V10 and V14). The application of nitrogen in Season 1 provides greater number of kernels per ear, number of rows per ear, kernels weight per ear and grain yield, while the ear length is greater when the nitrogen is applied in three times.

**Key-words:** *Zea mays* L., nitrogen fertilization, maize, season, subdivision.

## INTRODUÇÃO

A produção mundial de milho está estimada em 1.008,8 bilhões de toneladas (t). Os Estados Unidos respondem pela produção de 361,1 milhões de t, a China por 215,7 milhões de t e o Brasil por 85 milhões de t. Apesar de o Brasil ser o terceiro maior produtor deste cereal, o rendimento

médio é baixo ( $5.367 \text{ kg ha}^{-1}$ ) quando comparada com o dos Estados Unidos ( $10,890 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (USDA, 2015).

O milho (*Zea mays* L.) é considerado como uma das culturas mais exigentes em fertilidade. De acordo com Hoeft (2003), a dose, a época e o método de aplicação de fertilizantes nitrogenados influenciam diretamente, tanto sobre o rendimento das culturas, quanto sobre o potencial de contaminação dos mananciais de água pelos nutrientes.

A adubação nitrogenada é considerada a responsável direta no aumento de rendimento de grãos. Segundo Civardi et al. (2011), o nitrogênio (N) é o nutriente quantitativamente mais exigido pela cultura do milho e o que mais tem potencial em limitar a produção.

Inúmeras pesquisas apontam que altas concentrações de N na zona onde se concentram as raízes trazem benefícios e promovem o rápido crescimento inicial da planta e o aumento no rendimento de grãos. Entretanto, as exigências nutricionais são menores nos estádios iniciais de crescimento (Yamada, 1996). A absorção de N pelo milho ocorre em todo o seu ciclo. A fase mais intensa compreende o período 40 a 60 dias após a germinação (Machado et al., 1982). No Brasil, cerca de 47 % do N é fornecido na forma de uréia, 20 % como sulfato de amônio e 33 % como nitrato de amônio (Potafos, 2006).

De acordo com Coelho et al. (2003), recomenda-se usar o maior número possível de parcelamentos de adubação nitrogenada, com a finalidade de maximizar a eficiência da adubação, com significativa redução de perdas de N e maior disponibilização às plantas.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da adubação nitrogenada em cobertura, aplicada em diferentes estádios fenológicos, sobre os componentes de rendimento do milho.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi implantado e conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim, situada na RS 135, km 72, Erechim – RS. A região onde está inserida a área experimental é considerada de clima subtropical, conforme a classificação climática estabelecida por Köppen e Geiger, do tipo Cfa (clima subtropical úmido).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2013), o solo é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico húmico, pertencente a Unidade de Mapeamento Erechim (Streck et al., 2008).

A área experimental vem sendo trabalhada no sistema convencional, na semeadura de primeiro ano, e a cultura foi implantada sobre restos culturais de vegetação espontânea.

Realizou-se a semeadura do milho nas parcelas com uma semeadora adubadora tratorizada, na última quinzena do mês de outubro, em sulcos com espaçamentos entre linhas de 0,50 m, e

profundidade de 4 a 6 cm. A população inicial foi de aproximadamente de 7 plantas por m<sup>2</sup> (70.000 plantas ha<sup>-1</sup>). A adubação no momento da semeadura (“base”) foi realizada com aplicação de 350 Kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral mistura formulada (NPK), nas concentrações de 05 % de N, 30 % de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 15 % de potássio (K<sub>2</sub>O).

As unidades experimentais abrangeram uma área de 7,5 m<sup>2</sup> cada, cujas dimensões foram de 2,5m X 3m, compondo uma área experimental total de 210 m<sup>2</sup>. A unidade de observação constituiu-se de 3 m<sup>2</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento em blocos casualizados (DBC), com arranjo dos tratamentos em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições.

A dose de N foi parcelada em 2 ou 3 vezes do montante de 280 Kg ha<sup>-1</sup>, tendo por base a análise de solo do local. Os estádios fenológicos nos quais foram efetuadas as aplicações foram V2 (duas folhas completamente desenvolvidas), V4 (quatro folhas completamente desenvolvidas), V6 (seis folhas completamente desenvolvidas), V8 (oito folhas completamente desenvolvidas), V10 (dez folhas completamente desenvolvidas), V12 (doze folhas completamente desenvolvidas), V14 (quatorze folhas completamente desenvolvidas). A época 1 consiste na aplicação nos estádios V2 e V6; V2, V6 e V10; já na época 2 em V4 e V8; V4, V8 e V12; e na época 3 em V6 e V10; V6, V10 e V14. Em todas as parcelas aplicou-se o montante de 14 Kg de N ha<sup>-1</sup> no momento da semeadura.

A aplicação de N foi realizada em dois ou três parcelamentos, nos diferentes estádios fenológicos, mantendo a mesma dose de 280 Kg ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi realizada a lanço de forma manual, nos períodos de pré-chuva, afim de maximizar a eficiência e reduzir perdas por volatilização.

**Tabela 1.** Disposição dos tratamentos conforme épocas de aplicação, parcelamento e doses de uréia respectivamente.

Épocas	Parcelamento	Doses (Kg ha <sup>-1</sup> )
1	V2 + V6 (2 vezes)	140 + 140
	V2 + V6 + V10 (3 vezes)	93,4 + 93,4 + 93,4
2	V4 + V8 (2 vezes)	140 + 140
	V4 + V8 + V12 (3 vezes)	93,4 + 93,4 + 93,4
3	V6 + V10 (2 vezes)	140 + 140
	V6 + V10 + V14 (3 vezes)	93,4 + 93,4 + 93,4

Antes da germinação da cultura procedeu-se a dessecação, utilizando o herbicida HELMOXONE com concentração de 276 g L<sup>-1</sup>, na dose de 2 L ha<sup>-1</sup>. O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado por meio do uso de herbicidas, antes que pudessem causar danos aos componentes de rendimento.

O controle de insetos, quando necessário, foi realizado com o uso de inseticidas registrados para a cultura no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Do mesmo modo, o controle de doenças sempre que necessário, ocorreu com o uso de fungicidas registrados no MAPA para a cultura.

Os componentes de rendimento avaliados foram: número de grãos por espiga; número de fileiras de grãos por espiga, comprimento de espigas, e rendimento de grãos.

Após a primeira aplicação de N foram realizadas regularmente, anotações e aferições de dados, que, posteriormente foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação das médias de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade de erro. O software utilizado foi o SISVAR (Ferreira, 2014).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As precipitações pluviais ocorridas durante o estabelecimento do experimento foram consideradas boas para o início da cultura, porém, a partir de V14 (quatorze folhas completamente desenvolvidas) houve um decréscimo na ocorrência de chuvas, caracterizando um período de déficit hídrico de aproximadamente 25 dias, que pode ter influenciado o desempenho produtivo.

Períodos de deficiência hídrica coincidentes com o período de florescimento podem comprometer o rendimento por área, devido ser nesta fase, que ocorre a determinação da quantidade de óvulos a serem fecundados e, por consequência, o rendimento de grãos (Penariol et al., 2003). Mar et al. (2003) relatam que a liberação de N para as plantas é diminuída devido à restrição hídrica, pelo fato da mineralização da matéria orgânica do solo ser reduzida nestes períodos. Estresse hídrico, durante a fase reprodutiva do milho, limita o desenvolvimento da espiga e altera a sincronia entre o florescimento masculino e feminino, além de limitar a translocação de carboidratos para os grãos, podendo, também, afetar a resposta da planta ao nitrogênio (Sangoi & Almeida 1994).

Nos estádios fenológicos iniciais do milho a planta pode acumular 43% do nitrogênio que necessita, e nas fases de desenvolvimento pleno pode absorver entorno de 31% de suas necessidades totais (Büll et al., 1993).

As variáveis resposta número de grãos por espiga, número de fileiras por espiga, massa de grãos por espigas e rendimento de grãos indicaram na análise de variância que houve efeito de época da aplicação de N, porém não foi constatado diferença estatísticas em relação a forma de parcelamento, seja ela, em duas ou três vezes aplicadas (Tabela 2).

O número de grãos por espiga foi influenciado pela época de aplicação de nitrogênio. A aplicação de N na Época 1 foi estatisticamente superior as demais. A aplicação de N na Época 2 e

na Época 3 não resultaram diferentes do ponto de vista estatístico (Tabela 2). As demais variáveis resposta, massa de grãos por espiga e o rendimento de grãos também foram influenciados. A aplicação de N na Época 1 foi superior à Época 3 porém não diferiu estatisticamente sobre a Época 2. A aplicação de N na Época 2 e a Época 3 não obtiveram diferenças estatísticas entre elas.

Resultados obtidos por Novais et al. (1974) sobre a época de aplicação do nitrogênio na cultura do milho, mostraram que o não suprimento deste nutriente durante a fase inicial de desenvolvimento vegetativo, com aplicação de toda a dose no florescimento (65 DAS), assim como o excessivo número de aplicações parceladas, apresentou menor eficiência que a aplicação por ocasião da semeadura e na fase de desenvolvimento vegetativo, afirmando a superioridade da aplicação de N na Época 1 (V2) para as variáveis resposta apresentadas na Tabela 2.

O rendimento de grãos obtido foi bom comparado a média nacional da safra 2014/2015 que foi de 5.009 kg ha<sup>-1</sup> (Conab 2015). Silva et al. (2005) relataram que a produtividade do milho foi afetada pelas épocas de aplicação da adubação nitrogenada, em que as aplicações de todo o N na semeadura e aos 15 dias após a emergência (DAE) se mostraram superiores quando comparadas com a aplicação aos 35 DAE.

**Tabela 2.** Número de grãos por espiga (NG), número de fileiras de grãos por espiga (NF), massa de grãos por espigas (MG) em gramas, e rendimento de grãos (REND) em kg há<sup>-1</sup> de acordo com a época de aplicação de nitrogênio. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim (2016).

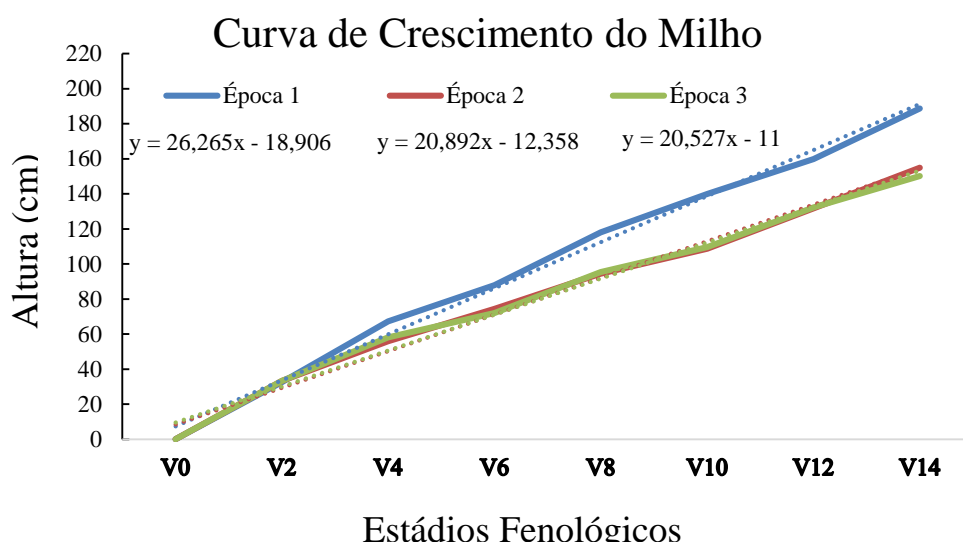
	NG		NF		MG		REND	
Época 1	484,5	a	17	a	154,84	a	10839,4	a
Época 2	408,25	b	15,5	a b	133,04	a b	9313,14	a b
Época 3	402,5	b	15,25	b	124,46	b	8712,2	b

A variável resposta comprimento de espigas apresentou coeficiente de variação baixo e indicou na análise de variância que houve efeito de parcelamento em duas ou três vezes. Entretanto não houve diferenças estatísticas quanto a variável época de aplicação de nitrogênio (Tabela 2).

O comprimento de espigas é um dos caracteres que podem interferir diretamente, no número de fileiras de grãos por espiga e, conseqüentemente, no rendimento do milho. No presente trabalho (Tabela 3) o parcelamento realizado em três vezes demonstrou estatisticamente ser superior ao parcelamento realizado em duas vezes. Esses resultados discordam do citado em Coelho & França (2001), segundo os quais, a baixa intensidade de nitrificação e de perdas por lixiviação, nos perfis dos solos de textura média e argilosa, não justifica mais do que uma única adubação nitrogenada em cobertura, aos 35 ou 40 dias após o plantio.

**Tabela 3.** Comprimento de espigas de acordo com o parcelamento da aplicação de nitrogênio. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim (2016).

Parcelamento	Comprimento de espigas	
3 vezes	15,58	a
2 vezes	14,41	b



**Figura 1.** Curva de crescimento do milho em centímetros comparando época de aplicação de nitrogênio conforme estágio fenológico. Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim (2016).

A altura de planta é uma característica genética influenciada principalmente pela disponibilidade do nitrogênio no solo (Repke et al., 2013).

Houve um aumento no crescimento de plantas quando o nitrogênio foi aplicado na Época 1. A aplicação de nitrogênio na Época 2 e Época 3 não diferiram estatisticamente entre si. Não foi constatado estatisticamente qualquer aumento de crescimento na Época 1, Época 2, Época 3 relacionado a forma de parcelamento, seja ela, em duas ou três vezes. O mesmo foi observado por Esechie et al. (1995) os quais não constatarem efeitos de diferentes formas de parcelamento na altura de plantas de milho.

Segundo Marschner (1995 apud Demari, 2004) de modo geral, o aumento na altura de planta com aplicação de N nos estádios fenológicos iniciais, ocorre devido ao aumento na proliferação do sistema radicular, estimulado pelo aumento na produção de hormônios como auxinas, giberilinas e principalmente citocininas, que em conjunto caracterizam-se como responsáveis pelo crescimento, divisão e expansão celular.

## CONCLUSÃO

A aplicação de nitrogênio a partir do estágio V2 proporciona maior número de grãos por espiga, número de fileiras de grãos por espiga, massa de grãos por espigas e rendimento de grãos, enquanto o comprimento de espigas caracterizou-se ser maior quando o nitrogênio aplicado foi dividido em três partes.

O crescimento de plantas foi maior quando a aplicação de nitrogênio foi realizada na primeira Época (V2), independente da forma de parcelamento.

## REFERÊNCIAS

Büll, L. T.; Cantarella, H. Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. P.63-146.

Civardi, E. A. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

Coelho, A. M. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho. Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, ed. 23, 2003.

Coelho, A.M.; França, G.E. Nutrição e adubação do milho. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/deficiencia/deficiencia.html>> Acesso em: 9 nov. 2001.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Acompanhamento da safra brasileira: grãos – boletim, junho 2015. Brasília, DF: Conab, 2015.

Esechie, H.A.; Elias, S.; Magpantay, J. Timing of nitrogen application to enhance corn (*Zea mays* L.) yields in a desert climate. Journal of Agronomy & Crop Science, v. 175, n. 4, p. 271- 278, 1995.

Ferreira, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112 . Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

Hoef, R. G. Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, 2003.

Machado, E. C.; Pereira, A. R.; Fahil, J. I.; Arruda, H. V.; Silva, W. J.; Teixeira, J. P. F.; Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.6, p. 825-833, 1982.

Mar, G. D. et al. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. Bragantia, Campinas, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.

Marschner, H. Apud Demari, G. H. Fontes e Parcelamento do Nitrogênio na Cultura do Milho. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2014. 69 p.

Novais, M. V.; Novais, R. F.; Braga, J. M. Efeito da adubação nitrogenada e de seu parcelamento sobre a cultura do milho, em Patos de Minas. Revista Ceres, v.21, n.115, p.193-202, 1974.

Penariol, F. G. et al. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entrelinhas e densidades populacionais, na safrinha. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

Potafos. Brasil: consumo aparente de fertilizantes. Disponível em: <[www.potafos.org](http://www.potafos.org)>. Acesso em: 20 nov. 2015.

Sangoi, L.; Almeida, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

Silva, E. C. da; Ferreira, S. M.; Silva, G. P.; Assis, R. L. de, Guimarães, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29 n.5, p.725-733, 2005.

Streck, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C. do; SCHNEIDER, P.; Giasson, E.; Pinto, L.F.S. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

Yamada, T. Adubação nitrogenada do milho. Quanto, como e quando aplicar? Piracicaba: Potafos, p.1-5, 1996. (Informações Agronômicas, 74).